

明 細 書

プラズマ成膜装置及びプラズマ成膜方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板上に成膜するプラズマ成膜装置及びプラズマ成膜方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば半導体装置や液晶表示装置の製造プロセスにおいては、基板の表面に導電性の膜や絶縁膜を形成する成膜処理が行われている。この成膜処理には、例えば基板上にプラズマを用いて成膜するプラズマ成膜処理が採用されている。

[0003] 上記プラズマ成膜処理は、通常プラズマ成膜装置で行われ、このプラズマ処理装置には、従来から、マイクロ波電界によりプラズマを発生させて成膜するプラズマ成膜装置が用いられている。このマイクロ波によるプラズマ成膜装置によれば、高密度のプラズマにより、基板への成膜処理を短時間で効率的に行うことができる。

[0004] 上述のプラズマ成膜装置は、通常処理容器内の底部に、基板を載置する載置台を備え、処理容器の天井部に、処理容器内にマイクロ波を供給するラジアルラインスロットアンテナを備えている。そして、基板に成膜処理を施す際には、天井部のラジアルラインスロットアンテナから処理容器内に供給されたマイクロ波によって、処理容器内のプラズマ励起用ガスをプラズマ化し、そのプラズマ中の荷電粒子により例えば処理容器内の原料ガスを解離させ、当該解離によって生成されたラジカルなどにより基板上に所定の膜を堆積させている。

[0005] ところで、近年、マイクロ波によるプラズマ成膜装置には、ラジアルラインスロットアンテナと載置台との間に、処理容器内を上側のプラズマ生成領域と下側の原料ガス解離領域とに分割する格子状の構造体が設けられたものが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。このプラズマ成膜装置では、プラズマ生成領域にプラズマ励起用ガスを供給する供給口がラジアルラインスロットアンテナと同じ処理容器の天井部に設けられている。当該プラズマ励起用ガスの供給口に通じる通路は、ラジアルラインスロットアンテナの下部を通過している。また、原料ガス解離領域に原料ガスを供給する供給口は、前記構造体の下面に設けられている。そして、成膜時には、処理

容器の天井部からプラズマ生成領域内に供給されたマイクロ波によって、同じく天井部からプラズマ生成領域内に供給されたプラズマ励起用ガスがプラズマ化する。当該プラズマ中の荷電粒子が格子状の構造体を通過し、原料ガス解離領域において原料ガスを解離させて、基板上に膜が形成される。このプラズマ成膜装置によれば、プラズマ生成領域と原料ガス解離領域とが分けられているので、例えば解離したラジカルが処理容器上部のラジアルラインスロットアンテナなどに付着してマイクロ波が減衰することを抑制することができ、またプラズマ中の多量の荷電粒子が直接基板に衝突して基板や基板上の膜を破壊することを抑制できる。

- [0006] しかしながら、上述のプラズマ成膜装置では、プラズマ励起用ガスの供給口やその供給口に通じるプラズマ励起用ガスの通路がラジアルラインスロットアンテナの直下に配置されているため、その供給口や通路内の供給前のプラズマ励起用ガスにマイクロ波が照射され、一部のプラズマ励起用ガスが通路内でプラズマ化する。このため、高エネルギーの荷電粒子がプラズマ励起用ガスの通路内や供給口付近の内壁に衝突し、その内壁が破損することがあった。それ故、上述のプラズマ成膜装置では、メンテナンスや部品の取り替えを頻繁に行う必要が生じ、装置稼働率の低下やコストの増大を招いていた。また、プラズマ励起用ガスが通路内等でプラズマ化した結果、プラズマ生成領域に供給されるプラズマ励起用ガスの量が不十分になり、プラズマ生成領域において適正にプラズマが生成されず、基板上の成膜に影響を及ぼすことがあった。

特許文献1:特開2002-399330号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、プラズマ励起用ガスが処理容器内に供給される前にプラズマ化することを防止し、プラズマ生成領域である高周波供給部側の領域内でプラズマを適正に生成させるプラズマ成膜装置とプラズマ成膜方法を提供することをその目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記目的を達成するため、本発明は、プラズマを用いて基板上に成膜するプラズ

マ成膜装置であって、基板を収容して処理する処理容器と、前記処理容器内において基板を載置する載置部と、前記処理容器内にプラズマ生成用の高周波を供給する高周波供給部と、前記高周波供給部と前記載置部との間に設けられ、前記処理容器内を、前記高周波供給部側の領域と前記載置部側の領域に区画する平板状の構造体と、前記高周波供給部側の領域に対し下方からプラズマ励起用ガスを供給するプラズマ励起用ガス供給口とを備えている。そして前記構造体には、前記載置部側の領域に成膜用の原料ガスを供給する原料ガス供給口と、前記高周波供給部側の領域で生成されたプラズマを前記載置部側の領域に通過させる開口部が形成されている。

[0009] 本発明によれば、処理容器内でプラズマが生成される高周波供給部側の領域に対し下方からプラズマ励起用ガスを供給することができる。こうすることにより、処理容器内に供給される前のプラズマ励起用ガスが高周波供給部による上方からの高周波によってプラズマ化することが防止できる。この結果、荷電粒子によってプラズマ励起用ガス供給口付近やそれに連通する供給通路内が破損することが防止できる。また、高周波供給部側の領域に十分な量のプラズマ励起用ガスを供給することができ、載置部上の基板が適正に成膜される。

[0010] 前記プラズマ励起用ガス供給口は、複数形成されていてもよく、前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記高周波供給部側の領域に対し均一にプラズマ励起用ガスを供給できるように配置されていてもよい。高周波供給部側の領域内にプラズマ励起用ガスが不均一に供給された場合、プラズマ励起用ガス濃度が不均一になり、生成されるプラズマの分布が偏る。高周波供給部側の領域内のプラズマの分布が偏ると、構造体を通過したプラズマによって解離させられるラジカルの濃度も載置部側の領域内において不均一になる。この結果、載置台上の基板面内における成膜速度がばらつき、基板面内の成膜が不均一に行われてしまう。本発明によれば、プラズマ励起用ガスを高周波供給部側の領域に均一に供給できるので、基板上の成膜を基板面内において均一に行うことができる。なお、ここで言う「プラズマ励起用ガス」は、プラズマを生成するために用いられるガスを示す。また、

[0011] 上記プラズマ成膜装置は、前記高周波供給部側の領域に側方からプラズマ励起

用ガスを供給する他のプラズマ励起用ガス供給口をさらに備えていてもよい。かかる場合、高周波供給部側の領域に対し側方からもプラズマ励起用ガスを供給できるので、例えば側方からのプラズマ励起用ガスの供給流量と下方からのプラズマ励起用ガスの供給流量を調整して、高周波供給部側の領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一にすることができる。この結果、高周波供給部側の領域内に均一にプラズマが生成され、当該プラズマによって載置部側の領域に原料ガスのラジカルが均一に生成される。そして、当該ラジカルによって載置部の基板上に基板面内において均一な膜を形成できる。

[0012] 前記プラズマ励起用ガス供給口は、平面から見て前記高周波供給部側の領域の中央部に形成されていてもよく、かかる場合、上記他のプラズマ励起用ガス供給口による側方からの供給では届きにくい高周波供給部側の領域の中央部にも十分にプラズマ励起用ガスが供給され、プラズマ励起用ガスの濃度を均一にできる。なお、前記「高周波供給部側の領域の中央部」には、高周波供給部側の領域の中心部のみならず、中心部から所定距離の範囲内にある中心部付近の領域も含まれる。

[0013] 前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記高周波供給部側の領域の下側から上方に向けて形成されていてもよい。また、前記構造体の上面には、プラズマ励起用ガスが通流するプラズマ励起用ガス供給管が前記構造体の上面に沿って配置されており、前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記プラズマ励起用ガス供給管に形成されていてもよい。かかる場合、前記構造体の上面に配置されたプラズマ励起用ガス供給管から前記高周波供給部側の領域に向けてプラズマ励起用ガスを供給することができる。また、前記プラズマ励起用ガス供給管は、前記構造体の上面において平面から見て格子状に配置されていてもよい。

[0014] 前記構造体には、原料ガスの供給源に連通するガス供給管が平面から見て格子状に配置され、前記原料ガス供給口は、前記ガス供給管に複数形成されており、前記ガス供給管は、プラズマ励起用ガスの供給源にも連通しており、前記原料ガス供給口は、前記プラズマ励起用ガス供給口としての機能を有していてもよい。かかる場合、プラズマ励起用ガス供給口から供給されるプラズマ励起用ガスの供給系と原料ガスの供給系とが併用されるので、ガスの供給系を簡素化することができる。

[0015] 前記プラズマ成膜装置は、前記高周波供給部側の領域内のプラズマ励起用ガスの濃度分布を検出するためのセンサをさらに備えていてもよい。かかる場合、このセンサによる検出結果に基づいて、高周波供給部側の領域内のプラズマ励起用ガスの濃度が均一になるように、前記プラズマ励起用ガス供給口からの供給流量を調節することができる。したがって、高周波供給部側の領域のプラズマ励起用ガス濃度をより正確かつ迅速に均一にすることができる。

[0016] 本発明は、基板を收容し処理する処理容器と、前記処理容器内において基板を載置する載置部と、前記載置部に載置された基板に対向する位置に設けられ、前記処理容器内にプラズマ生成用の高周波を供給する高周波供給部と、を備え、前記載置部と前記高周波供給部との間に、プラズマ励起用ガスからプラズマを生成するプラズマ生成領域が形成されたプラズマ成膜装置を用いたプラズマ成膜方法であって、前記プラズマ生成領域に対し側方と下方からプラズマ励起用ガスを供給し、前記側方と下方からのプラズマ励起用ガスの各供給流量を調整することによって、前記プラズマ生成領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御することを特徴とする。

[0017] かかる場合、高周波供給部側の領域に対し側方と下方からプラズマ励起用ガスが供給されるので、上方からの高周波によってプラズマ励起用ガスが供給前にプラズマ化することがなく、プラズマ生成領域に十分な量のプラズマ励起用ガスを供給することができる。また、側方からのプラズマ励起用ガスの供給流量と下方からのプラズマ励起用ガスの供給流量の調整し、プラズマ生成領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御できるので、その後プラズマ生成領域内に偏り無くプラズマを生成させ、プラズマ生成領域に対向する載置部上の基板に対し、基板面内において均一に成膜することができる。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、基板面内における成膜を均一かつ適正に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本実施の形態にかかるプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

[図2]原料ガス供給構造体の平面図である。

[図3]プラズマ励起用ガス供給構造体の平面図である。

[図4]第2のプラズマ励起用ガス供給口の形成される位置を説明するためのプラズマ励起用ガス供給構造体の平面図である。

[図5]濃度センサを設けたプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

[図6]原料ガス供給管にプラズマ励起用ガス供給源を連通させた場合のプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

[図7]上面と下面にガスの供給口を設けた原料ガス供給管を示す縦断面の説明図である。

[図8]第2のプラズマ励起用ガス供給口のみを備えたプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

[図9]プラズマ生成領域の中心部に直接プラズマ励起用ガスを供給するプラズマ励起用ガス供給口を備えたプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

[図10]同心円状の原料ガス供給構造体の平面図である。

符号の説明

- [0020]
- 1 プラズマ成膜装置
 - 2 処理容器
 - 3 載置台
 - 12 ラジアルラインスロットアンテナ
 - 30 原料ガス供給構造体
 - 40 第1のプラズマ励起用ガス供給口
 - 50 プラズマ励起用ガス供給構造体
 - 53 第2のプラズマ励起用ガス供給口
 - R1 プラズマ生成領域
 - R2 原料ガス解離領域
 - W 基板

発明を実施するための最良の形態

- [0021] 以下、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の実施の形態にかかるプラズマ成膜装置1の縦断面の様子を模式的に示している。このプラズマ成膜装置1は、ラジアルラインスロットアンテナを用いてプラズマを発生させるCVD(chemical vapor deposition)装置である。
- [0022] プラズマ成膜装置1は、例えば上面が開口した有底円筒状の処理容器2を備えている。処理容器2は、例えばアルミニウム合金により形成されている。処理容器2は、接地されている。処理容器2の底部のほぼ中央部には、例えば基板Wを載置するための載置部としての載置台3が設けられている。
- [0023] 載置台3には、例えば電極板4が内蔵されており、電極板4は、処理容器2の外部に設けられた直流電源5に接続されている。この直流電源5により載置台3の表面に静電気力を生じさせて、基板Wを載置台3上に静電吸着することができる。なお、電極板4には、例えば図示しないバイアス用高周波電源に接続されていてもよい。
- [0024] 処理容器2の上部開口には、例えば気密性を確保するためのOリングなどのシール材10を介して、石英ガラスなどからなる誘電体窓11が設けられている。この誘電体窓11によって処理容器2内が閉鎖されている。誘電体窓11の上部には、プラズマ生成用のマイクロ波を供給する高周波供給部としてのラジアルラインスロットアンテナ12が設けられている。
- [0025] ラジアルラインスロットアンテナ12は、下面が開口した略円筒状のアンテナ本体20を備えている。アンテナ本体20の下面の開口部には、多数のスロットが形成された円盤状のスロット板21が設けられている。アンテナ本体20内のスロット板21の上部には、低損失誘電体材料により形成された遅相板22が設けられている。アンテナ本体20の上面には、マイクロ波発振装置23に通じる同軸導波管24が接続されている。マイクロ波発振装置23は、処理容器2の外部に設置されており、ラジアルラインスロットアンテナ12に対し、所定周波数、例えば2.45GHzのマイクロ波を発振できる。かかる構成により、マイクロ波発振装置23から発振されたマイクロ波は、ラジアルラインスロットアンテナ12内に伝搬され、遅相板22で圧縮され短波長化された後、スロット板21で円偏波を発生させ、誘電体窓11から処理容器2内に向けて放射される。
- [0026] 処理容器2内の載置台3とラジアルラインスロットアンテナ12との間には、例えば略

平板形状の構造体としての原料ガス供給構造体30が設けられている。原料ガス供給構造体30は、外形が平面から見て少なくとも基板Wの直径よりも大きい円形状に形成されている。この原料ガス供給構造体30によって、処理容器2内は、ラジアルラインスロットアンテナ12側のプラズマ生成領域R1と、載置台3側の原料ガス解離領域R2とに区画されている。

[0027] 原料ガス供給構造体30は、図2に示すように同一平面上で略格子状に配置された一続きの原料ガス供給管31により構成されている。原料ガス供給管31は、軸方向から見て縦断面が方形に形成されている。原料ガス供給管31同士の隙間には、多数の開口部32が形成されている。原料ガス供給構造体30の上側のプラズマ生成領域R1で生成されたプラズマは、この開口部32を通過して載置台3側の原料ガス解離領域R2に進入できる。

[0028] 原料ガス供給構造体30の原料ガス供給管31の下面には、図1に示すように多数の原料ガス供給口33が形成されている。これらの原料ガス供給口33は、原料ガス供給構造体30面内において均一に配置されている。原料ガス供給管31には、処理容器2の外部に設置された原料ガス供給源34に連通するガス管35が接続されている。原料ガス供給源34には、例えば原料ガスとしてのフッ素添加カーボン系のガス、例えば C_5F_8 ガスが封入されている。原料ガス供給源34からガス管35を通じて原料ガス供給管31に導入された原料ガスは、各原料ガス供給口33から下方の原料ガス解離領域R2に向けて供給される。

[0029] プラズマ生成領域R1の外周面を覆う処理容器2の内周面には、プラズマの原料となるプラズマ励起用ガスを供給する他のプラズマ励起用ガス供給口としての第1のプラズマ励起用ガス供給口40が形成されている。第1のプラズマ励起用ガス供給口40は、例えば処理容器2の内周面に沿って複数箇所に形成されている。第1のプラズマ励起用ガス供給口40には、例えば処理容器2の側壁部を貫通し、処理容器2の外部に設置された第1のプラズマ励起用ガス供給源41に通じる第1のプラズマ励起用ガス供給管42が接続されている。第1のプラズマ励起用ガス供給管42には、バルブ43、マスフローコントローラ44が設けられている。かかる構成によって、処理容器2内のプラズマ生成領域R1内には、側方から所定流量のプラズマ励起用ガスを供給するこ

とができる。本実施の形態においては、第1のプラズマ励起用ガス供給源41に、プラズマ励起用ガスとしての希ガスである、例えばアルゴン(Ar)ガスが封入されている。

[0030] 原料ガス供給構造体30の上面には、例えば当該原料ガス供給構造体30と同様の構成を有する略平板形状のプラズマ励起用ガス供給構造体50が積層され配置されている。プラズマ励起用ガス供給構造体50は、例えば図3に示すように格子状に配置された第2のプラズマ励起用ガス供給管51により構成されている。第2のプラズマ励起用ガス供給管51の上面には、図1に示すように複数の第2のプラズマ励起用ガス供給口52が形成されている。これらの複数の第2のプラズマ励起用ガス供給口52は、プラズマ励起用ガス供給構造体50面内において均一に配置されている。これにより、プラズマ生成領域R1に対し下側から上方に向けてプラズマ励起用ガスを供給できる。

[0031] 格子状のプラズマ励起用ガス供給管51同士の隙間には、開口部53が形成されており、プラズマ生成領域R1で生成されたプラズマは、プラズマ励起用ガス供給構造体50と原料ガス供給構造体30を通過して下方の原料ガス解離領域R2に進入できる。

[0032] 第2のプラズマ励起用ガス供給管51には、処理容器2の外部に設置された第2のプラズマ励起用ガス供給源54に連通するガス管55が接続されている。ガス管55には、バルブ56、マスフローコントローラ57が設けられており、第2のプラズマ励起用ガス供給口52からプラズマ生成領域R1に対し、所定流量のプラズマ励起用ガスを供給できる。本実施の形態において、第2のプラズマ励起用ガス供給源54には、前記第1のプラズマ励起用ガス供給源41と同じアルゴンガスが封入されている。

[0033] 処理容器2の底部の載置台3を挟んだ両側には、処理容器2内の雰囲気気を排気するための排気口60が設けられている。排気口60には、ターボ分子ポンプなどの排気装置61に通じる排気管62が接続されている。この排気口60からの排気により、処理容器2内を所定の圧力に維持できる。

[0034] 次に、以上のように構成されたプラズマ成膜装置1の作用について説明する。例えばプラズマ成膜装置1の立ち上げ時に、第1のプラズマ励起用ガス供給口40から供給されるプラズマ励起用ガスの流量と第2のプラズマ励起用ガス供給口53から供給

されるプラズマ励起用ガスの流量が、プラズマ生成領域R内に供給されるプラズマ励起用ガスの濃度が均一になるように調整される。この流量調整では、例えば排気装置61を稼動させ、処理容器2内に実際の成膜処理時と同じような気流を形成した状態で、各プラズマ励起用ガス供給口40、53から適当な流量に設定されたプラズマ励起用ガスが供給される。そして、その流量設定で、実際に試験用の基板に成膜が施され、その成膜が基板面内で均一に行われたか否かが検査される。プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度が均一の場合に、基板面内の成膜が均一に行われるので、検査の結果、成膜が基板面内において均一に行われていない場合には、各プラズマ励起用ガスの流量の設定が変更され、再度試験用の基板に成膜が施される。これを繰り返して、成膜が基板面内において均一に行われプラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度が均一になるように、各プラズマ励起用ガス供給口40、53からの流量が設定される。

[0035] 上述したように各プラズマ励起用ガス供給口40、53の流量が設定された後、プラズマ成膜装置1における基板Wの成膜処理が開始される。まず、基板Wが処理容器2内に搬入され、載置台3上に吸着保持される。続いて、排気装置61により処理容器2内の排気が開始され、処理容器2内の圧力が所定の圧力、例えば13.3Pa(100m Torr)に減圧され、その状態が維持される。

[0036] 処理容器2内が減圧されると、プラズマ生成領域R1内に、側方の第1のプラズマ励起用ガス供給口40と下方の第2のプラズマ励起用ガス供給口53から、プラズマ励起用ガスであるアルゴンガスが供給される。このとき、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度は、プラズマ生成領域R1内において均一に維持される。ラジアルラインスロットアンテナ12からは、直下のプラズマ生成領域R1に向けて、例えば2.45GHzのマイクロ波が放射される。このマイクロ波の放射によって、プラズマ生成領域R1内においてプラズマ励起用ガスがプラズマ化される。このとき、プラズマは、プラズマ生成領域R1内において偏り無く生成される。

[0037] プラズマ生成領域R1内で生成されたプラズマは、プラズマ励起用ガス供給構造体50と原料ガス供給構造体30を通過して下方の原料ガス解離領域R2内に進入する。原料ガス解離領域R2には、原料ガス供給構造体30の各原料ガス供給口33から、

原料ガスである C_5F_8 ガスが供給されている。 C_5F_8 ガスは、上方から進入したプラズマ粒子により解離され、その解離されたラジカルによって、基板W上には、フッ素添加カーボン膜が堆積し成長する。

[0038] その後、フッ素添加カーボン膜の成長が進んで、基板W上に所定厚さのフッ素カーボン膜が形成されると、マイクロ波の放射や、原料ガス、プラズマ励起用ガスの供給が停止され、その後基板Wは、処理容器2から搬出されて一連のプラズマ成膜処理が終了する。

[0039] 以上の実施の形態によれば、第1のプラズマ励起用ガス供給口40によりプラズマ生成領域R1の側方からプラズマ励起用ガスを供給できるので、従来のように上方からのマイクロ波によってプラズマ励起用ガスが例えばプラズマ励起用ガス供給管内でプラズマ化することがなく、プラズマ励起用ガス供給管内のプラズマ粒子による破損を防止できる。また、第1のプラズマ励起用ガス供給管42を通るプラズマ励起用ガスがプラズマ生成領域R1内に適正に供給されるので、プラズマ生成領域R1内に十分な量のプラズマを生成できる。また、原料ガス供給構造体30の上面に、プラズマ励起用ガス供給構造体50を設けて、プラズマ生成領域R1に対し下方からもプラズマ励起用ガスを供給できるようにしたので、側方と下方からのプラズマ励起用ガスの供給流量を調整して、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一になるように制御することができる。この結果、プラズマ生成領域R1内において偏り無くプラズマが生成され、原料ガス解離領域R2においても原料ガスが均一に解離し、基板W上に基板面内において均一な厚みの膜を形成できる。

[0040] プラズマ励起用ガス供給構造体50には、格子状に第2のプラズマ励起用ガス供給管51が配置され、その第2のプラズマ励起用ガス供給管51の上面に第2のプラズマ励起用ガス供給口53が複数設けられたので、プラズマ生成領域R1に対し下方から十分なプラズマ励起用ガスを供給し、当該プラズマ励起用ガスの供給によってプラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一にすることができる。

[0041] 以上の実施の形態では、複数の第2のプラズマ励起用ガス供給口53をプラズマ励起用ガス供給構造体50の全面に渡って形成していたが、第2のプラズマ励起用ガス供給口53をプラズマ励起用ガス供給構造体50の中央部にのみ形成してもよい。例

えば第2のプラズマ励起用ガス供給口53を、プラズマ励起用ガス供給構造体50の図4の点線で囲まれた中央領域Hに形成してもよい。この中央領域Hは、例えばプラズマ励起用ガス供給構造体50の外周部よりも内側の領域である。かかる場合、側方の第1のプラズマ励起用ガス供給口40からでは届きにくいプラズマ生成領域R1の中央部にプラズマ励起用ガスを集中的に供給できるので、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度を容易に均一にすることができる。

[0042] 以上の実施の形態で記載したプラズマ成膜装置1は、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度分布を検出するセンサをさらに備えていてもよい。かかる場合、例えば図5に示すように処理容器2のプラズマ生成領域R1内に複数の濃度センサ70が設けられる。この濃度センサ70は、プラズマ励起用ガスの濃度を検出できる。濃度センサ70は、例えばプラズマ生成領域R1内の少なくとも中央部と外周部に設けられる。濃度センサ70の検出結果は、例えばマスフローコントローラ44, 57を制御する制御部71に出力される。制御部71は、濃度センサ70の検出結果に基づいて、マスフローコントローラ44, 57を制御して、第1のプラズマ励起用ガス供給口40と第2のプラズマ励起用ガス供給口53からのプラズマ励起用ガスの各供給流量を調整できる。そして、例えば第1のプラズマ励起用ガス供給口40と第2のプラズマ励起用ガス供給口53からの供給流量を調整する際には、各濃度センサ70によりプラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガス濃度の分布が検出される。そして、当該検出結果に基づいて、制御部71により、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度が均一になるように各供給流量が変更される。かかる場合、第1のプラズマ励起用ガス供給口40と第2のプラズマ励起用ガス供給口53からのプラズマ励起用ガスの供給流量の調整が濃度センサ70によって行われるので、当該調整を迅速かつ正確に行うことができる。なお、この濃度センサ70を用いた流量調整は、プラズマ成膜装置1の立ち上げ時に行われる流量設定時に行ってもよいし、プラズマ成膜装置1の稼働中に行われてもよい。

[0043] 以上の実施の形態では、処理容器2内にプラズマ励起用ガス供給構造体50を設けて、プラズマ生成領域R1にプラズマ励起用ガスを供給していたが、このプラズマ励起用ガスの供給を原料ガス供給構造体30を利用して行ってもよい。

- [0044] 図6は、かかる一例を示すものであり、原料ガス供給構造体30の原料ガス供給管31に通じるガス管35には、原料ガス供給源34に加えて、プラズマ励起用ガス供給源80が接続される。これによって、プラズマ励起用ガスと原料ガスの供給系が同一系統になり、原料ガス供給口33が第2のプラズマ励起用ガス供給口としての機能も有する。この場合、原料ガス供給管31を通じて原料ガス供給口33から吐出されたプラズマ励起用ガスがプラズマ生成領域R1に下から流入するので、当該原料ガス供給口33と第1のプラズマ励起用ガス供給口40からのプラズマ励起用ガスの各供給流量を調整することによって、プラズマ生成領域R1におけるプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御することができる。なお、この場合、図7に示すように原料ガス供給管31の上面と下面にガスの供給口90を設けるようにしてもよい。
- [0045] また、上記実施の形態では、プラズマ生成領域R1内に対し側方からプラズマ励起用ガスを供給する第1のプラズマ励起用ガス供給口40と、下方から供給する第2のプラズマ励起用ガス供給口53が処理容器2に設けられていたが、図8に示すように第2のプラズマ励起用ガス供給口53のみが設けられていてもよい。かかる場合、例えば第2のプラズマ励起用ガス供給口53は、プラズマ励起用ガス供給構造体50を構成する第2のプラズマ励起用ガス供給管51に複数形成され、プラズマ励起用ガス供給構造体50面内において均一に配置される。この場合においても、プラズマ励起用ガスが処理容器2内に供給される前にプラズマ化することがないので、プラズマ生成領域R1内において適正にプラズマが生成される。また、プラズマ励起用ガスがプラズマ生成領域R1に対して均一に供給されるので、プラズマ生成領域R1内においてプラズマを偏り無く生成できる。なお、排気口60の位置などに起因して処理容器2内に偏った気流が形成される場合には、プラズマ生成領域R1内に均一にプラズマ励起用ガスが供給されるように、複数の第2のプラズマ励起用ガス供給口53の配置を変更してもよい。
- [0046] さらにプラズマ生成領域R1において、中心部でのプラズマ励起用ガスが不足して、プラズマの均一性が阻害されるおそれがある場合には、例えば図9に示したように、プラズマ生成領域R1の中心に向けて下方からプラズマ励起用ガスを供給する他の励起用ガス供給口71を別途配置してもよい。

[0047] この励起用ガス供給口71は、プラズマ生成領域R1にまで伸びたノズル管72に形成されている。ノズル管72は例えば石英、アルミナ、セラミック等の誘電体で構成してもよいし、ステンレス鋼、アルミニウムによって構成してもよい。

ノズル管72には処理容器2外において、プラズマ励起用ガス供給源73、バルブ74、マスフローコントローラ75が接続されている。なおプラズマ励起用ガス供給源73は、プラズマ励起用ガス供給源41と共用してもよい。

この励起用ガス供給口71によってプラズマ生成領域R1の中心部にプラズマ励起用のガスを供給できるから、当該中心部でのプラズマ密度の調整を個別に行うことができ、励起用ガス供給口42からの供給量と併せて調整をとることで、プラズマ生成領域R1におけるプラズマの均一性を向上させることが可能である。

[0048] 前記実施の形態においては、原料ガス供給構造体30は、格子状のものを採用したが、これに限らず例えば図10に示した同心円形状の原料ガス供給構造体81を使用してもよい。

この原料ガス供給構造体81は、3つの径の異なった中空の円環状の構成部材81a、81b、81cを有しており、各構成部材81a、81b、81cには、ガス供給口82が構成部材の形状に沿って均等に形成されている。そして3つの構成部材81a、81b、81cは、直線状の連結部材83、84によって一体化されている。

[0049] 連結部材83は、構成部材81a、81bに対してガスを供給するものであり、連結部材84は、構成部材81cに対してガスを供給するものであり、各々中空のパイプによって構成されている。そして連結部材83は、構成部材81c、81bを一側から水平方向に貫通して構成部材81aに連通接続されていて、構成部材81bの貫通部には、開口85が形成されている。これによって連結部材83内に供給されたガスは、構成部材81a、81bのガス供給口82から均一に供給される。

[0050] 連結部材84も連結部材83と対向するようにして構成部材81c、81bを他側から水平方向に貫通して構成部材81aに達しているが、連通しているのは、構成部材81cのみである。これによって、連結部材84内に供給された原料ガスは、構成部材81cのガス供給口82から均一に供給される。

[0051] このような同心円状の原料ガス供給構造体81を使用すれば、原料ガスやプラズマ

励起用のガスを、構成部材81a、81bと構成部材81cごとに処理容器内2に供給することが可能であり、ガスの流量調整を、同心円状の領域に区画しておこなうことが可能である。

- [0052] 以上、本発明の実施の形態の一例について説明したが、本発明はこの例に限らず種々の態様を採りうるものである。例えば以上の実施の形態では、基板W上にフッ素カーボン膜の絶縁膜を形成していたが、本発明は、他の種類の絶縁膜や電極膜などの他の膜を形成する場合にも適用できる。

さらにまた前記前記実施の形態では、プラズマソースがラジアルラインスロットアンテナ(RLSA)12を使用したマイクロ波プラズマであったが、もちろん本発明は、そのようなプラズマソースに限らずICP(Inductively Coupled Plasma:誘導結合型プラズマ)、ECR(Electron Cyclotron Resonance)プラズマをはじめとして他のプラズマソースを用いることができる。

産業上の利用可能性

- [0053] 本発明は、プラズマを用いて基板上に成膜する際に有用である。

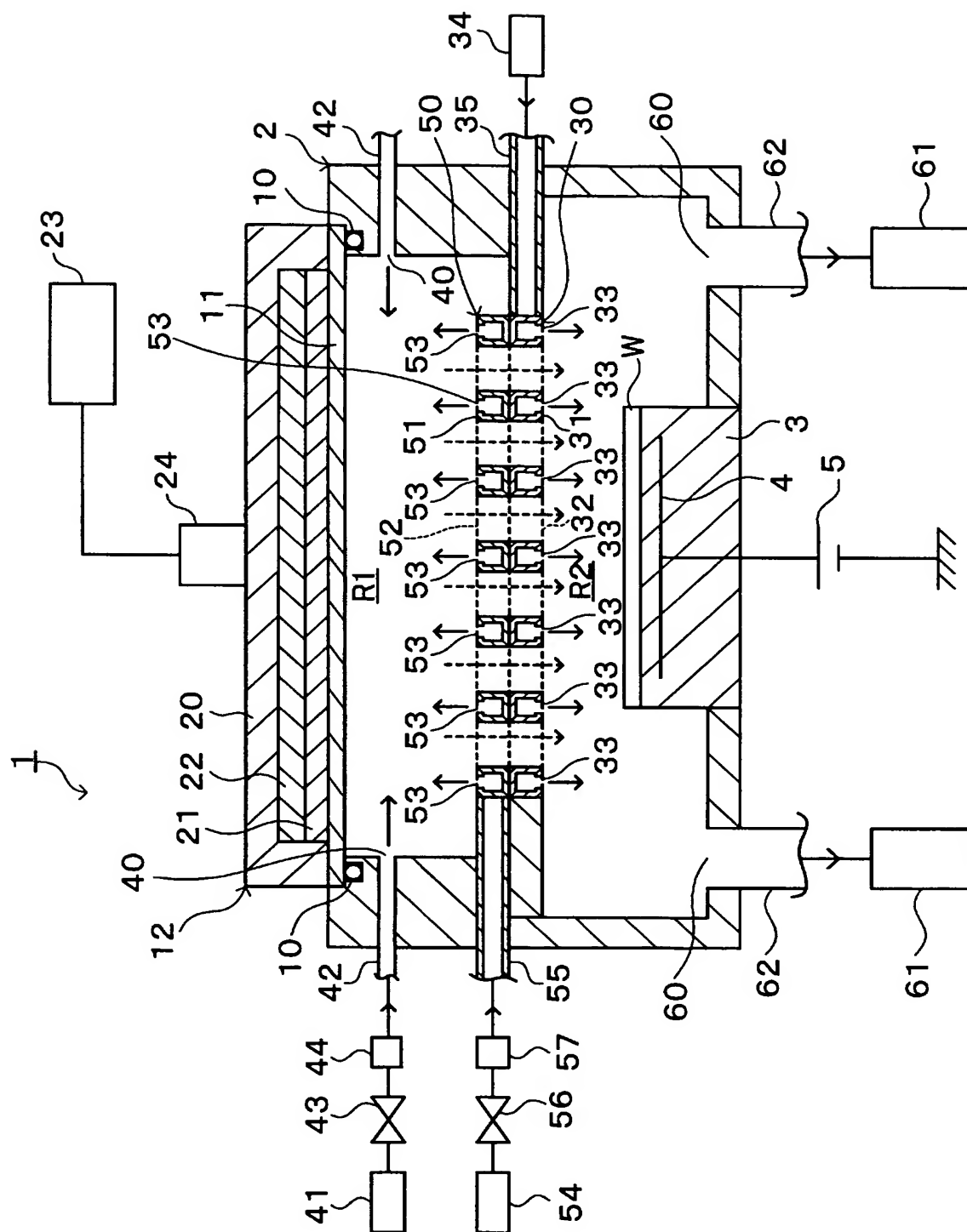
請求の範囲

- [1] プラズマを用いて基板上に成膜するプラズマ成膜装置であって、
基板を収容して処理する処理容器と、
前記処理容器内において基板を載置する載置部と、
前記処理容器内にプラズマ生成用の高周波を供給する高周波供給部と、
前記高周波供給部と前記載置部との間に設けられ、前記処理容器内を、前記高周波供給部側の領域と前記載置部側の領域に区画する平板状の構造体と、
前記高周波供給部側の領域に対し下方からプラズマ励起用ガスを供給するプラズマ励起用ガス供給口と、を備え、
前記構造体には、前記載置部側の領域に成膜用の原料ガスを供給する原料ガス供給口と、前記高周波供給部側の領域で生成されたプラズマを前記載置部側の領域に通過させる開口部が形成されている。
- [2] 請求項1に記載のプラズマ成膜装置において、
前記プラズマ励起用ガス供給口は、複数形成されている。
- [3] 請求項2に記載のプラズマ成膜装置において、
前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記高周波供給部側の領域に対し均一にプラズマ励起用ガスを供給できるように配置されている。
- [4] 請求項1に記載のプラズマ成膜装置において、
前記高周波供給部側の領域に側方からプラズマ励起用ガスを供給する他のプラズマ励起用ガス供給口をさらに備えている。
- [5] 請求項4に記載のプラズマ成膜装置において、
前記プラズマ励起用ガス供給口は、平面から見て前記高周波供給部側の領域の中央部に形成されている。
- [6] 請求項1に記載のプラズマ成膜装置において、
前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記高周波供給部側の領域の下側から上方に向けて形成されている。
- [7] 請求項1に記載のプラズマ成膜装置において、
前記構造体の上面には、プラズマ励起用ガスが通流するプラズマ励起用ガス供給管

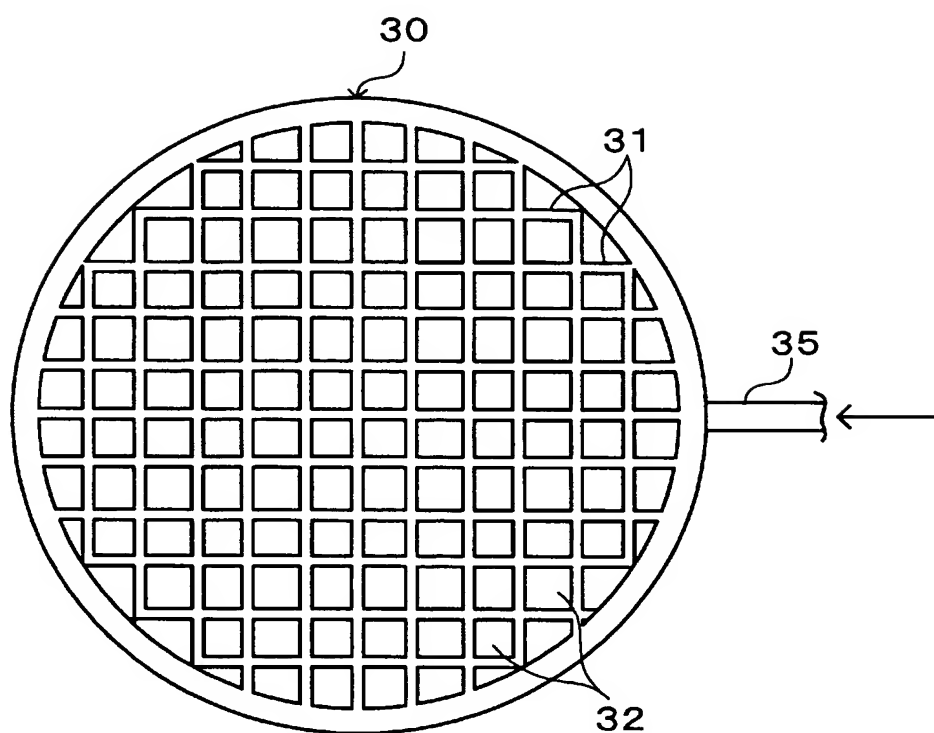
が前記構造体の上面に沿って配置されており、
前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記プラズマ励起用ガス供給管に形成されている。

- [8] 請求項7に記載のプラズマ成膜装置において、
前記プラズマ励起用ガス供給管は、前記構造体の上面において平面から見て格子状に配置されている。
- [9] 請求項1に記載のプラズマ成膜装置において、
前記構造体には、原料ガスの供給源に連通するガス供給管が平面から見て格子状に配置され、
前記原料ガス供給口は、前記ガス供給管に複数形成されており、
前記ガス供給管は、プラズマ励起用ガスの供給源にも連通しており、
前記原料ガス供給口は、前記プラズマ励起用ガス供給口としての機能を有する。
- [10] 請求項1に記載のプラズマ成膜装置において、
前記高周波供給部側の領域内におけるプラズマ励起用ガスの濃度分布を検出するためのセンサをさらに備えている。
- [11] 基板を收容して処理する処理容器と、前記処理容器内において基板を載置する載置部と、前記処理容器内にプラズマ生成用の高周波を供給する高周波供給部とを備え、前記載置台と前記高周波供給部との間にプラズマ励起用ガスからプラズマを生成するプラズマ生成領域が形成されたプラズマ成膜装置を用いて、基板上に成膜するプラズマ成膜方法において、
前記プラズマ生成領域に対して側方と下方からプラズマ励起用ガスを供給し、前記側方と下方からのプラズマ励起用ガスの各供給流量を調整することによって、前記プラズマ生成領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御する。

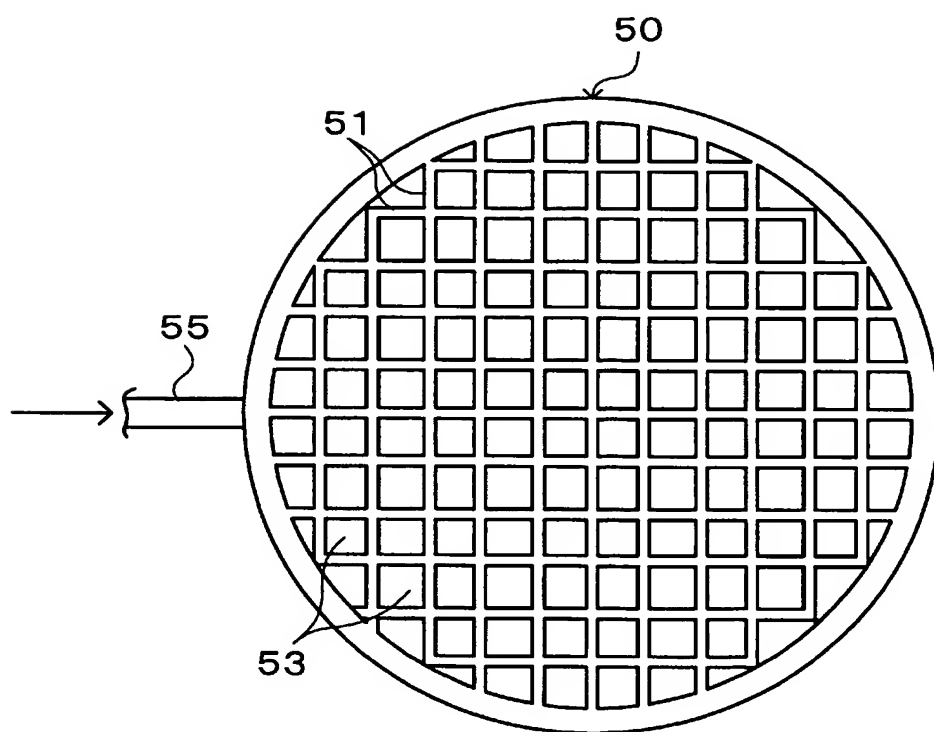
[図1]



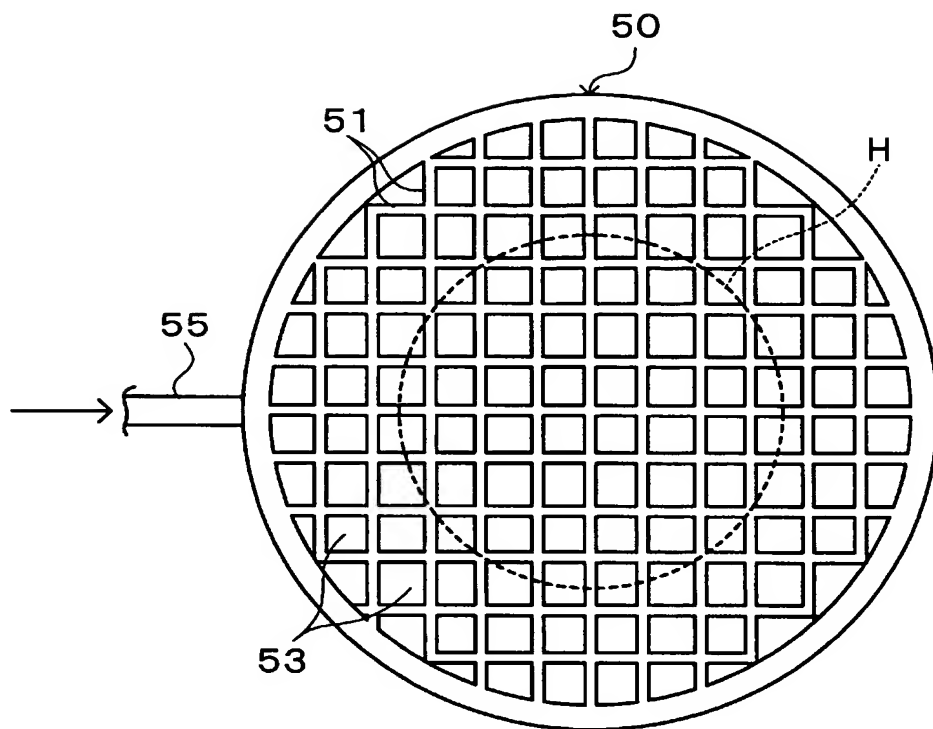
[図2]



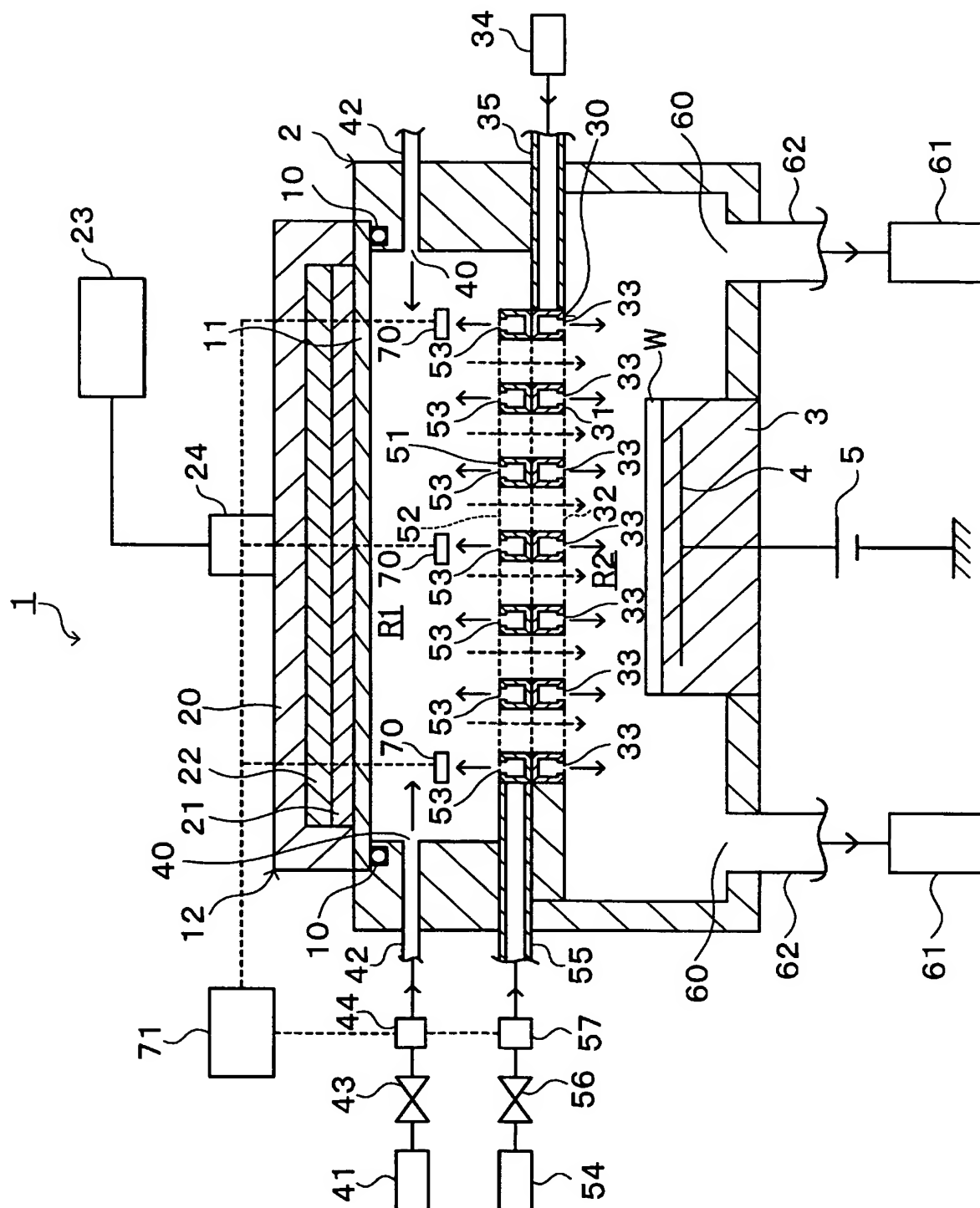
[図3]



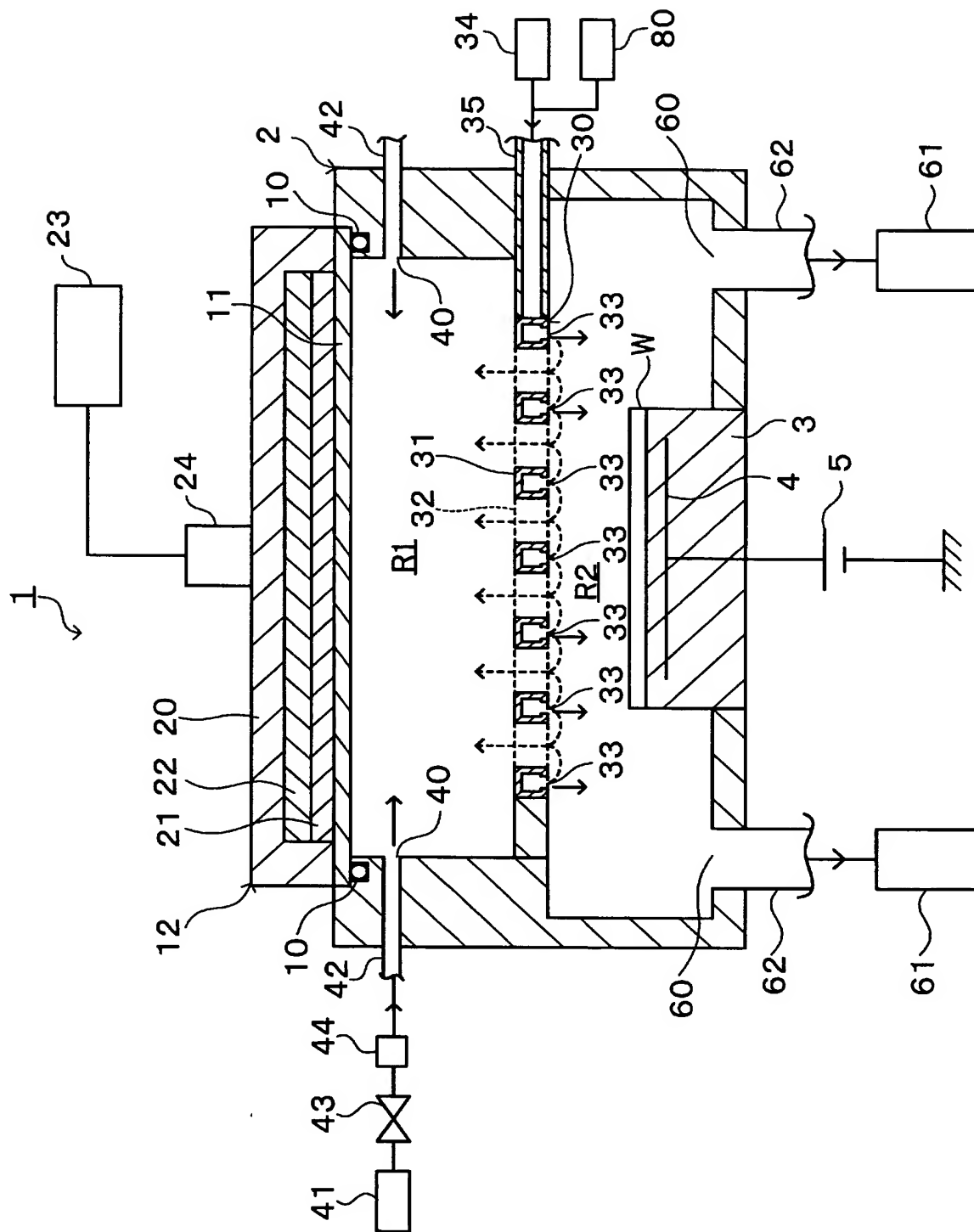
[図4]



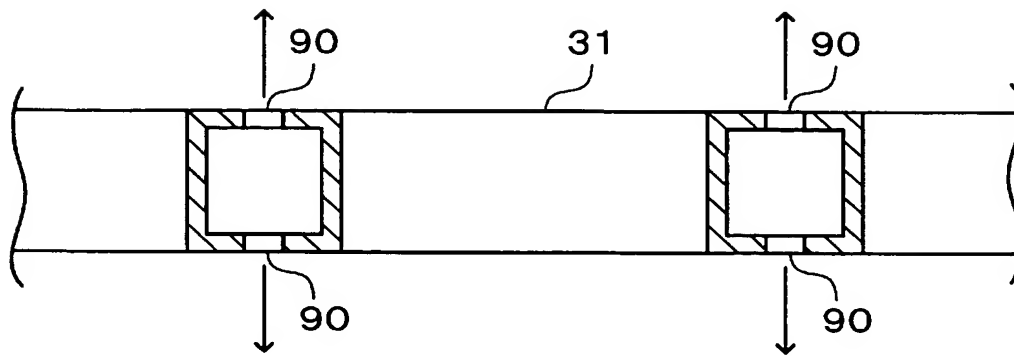
[図5]



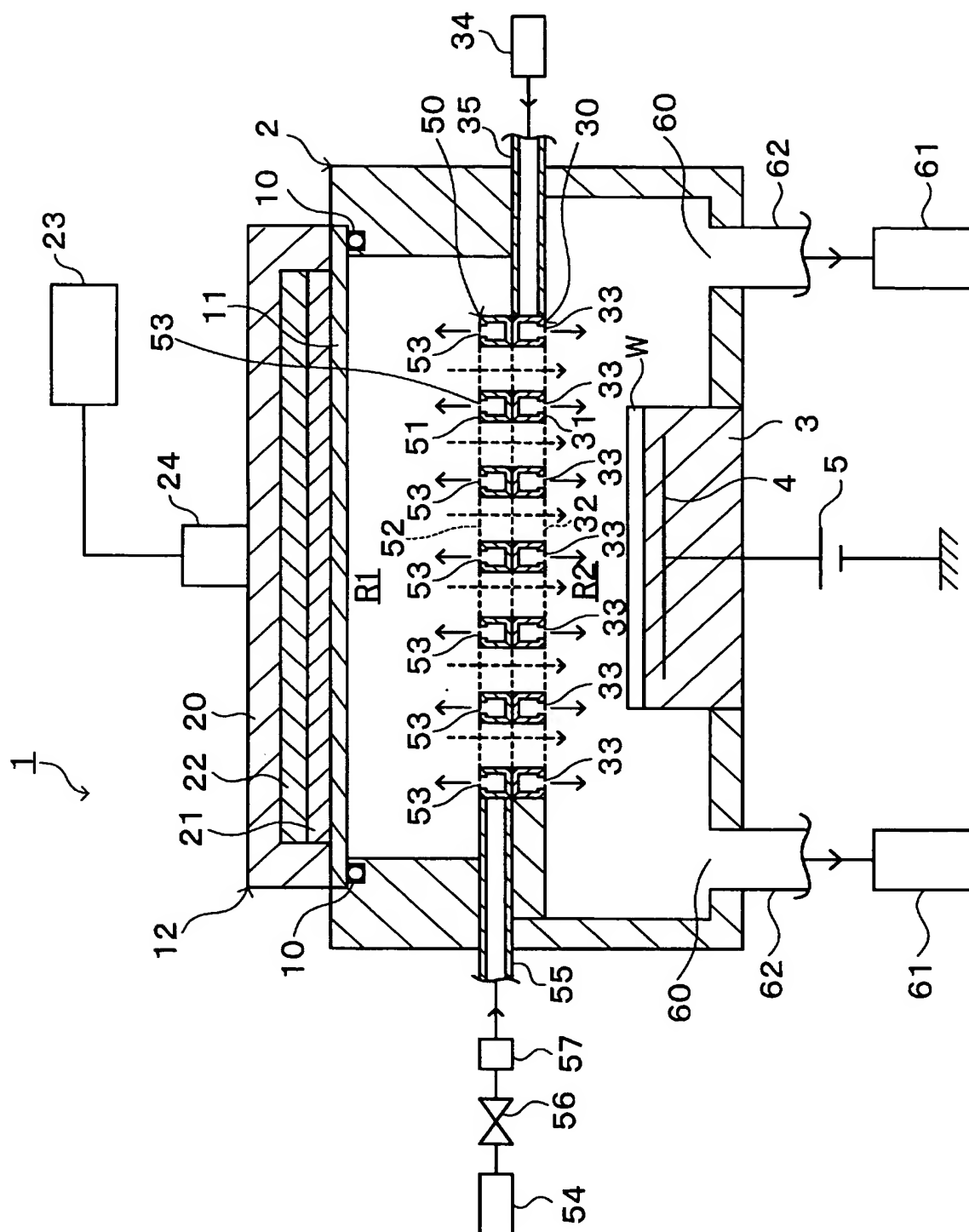
[図6]



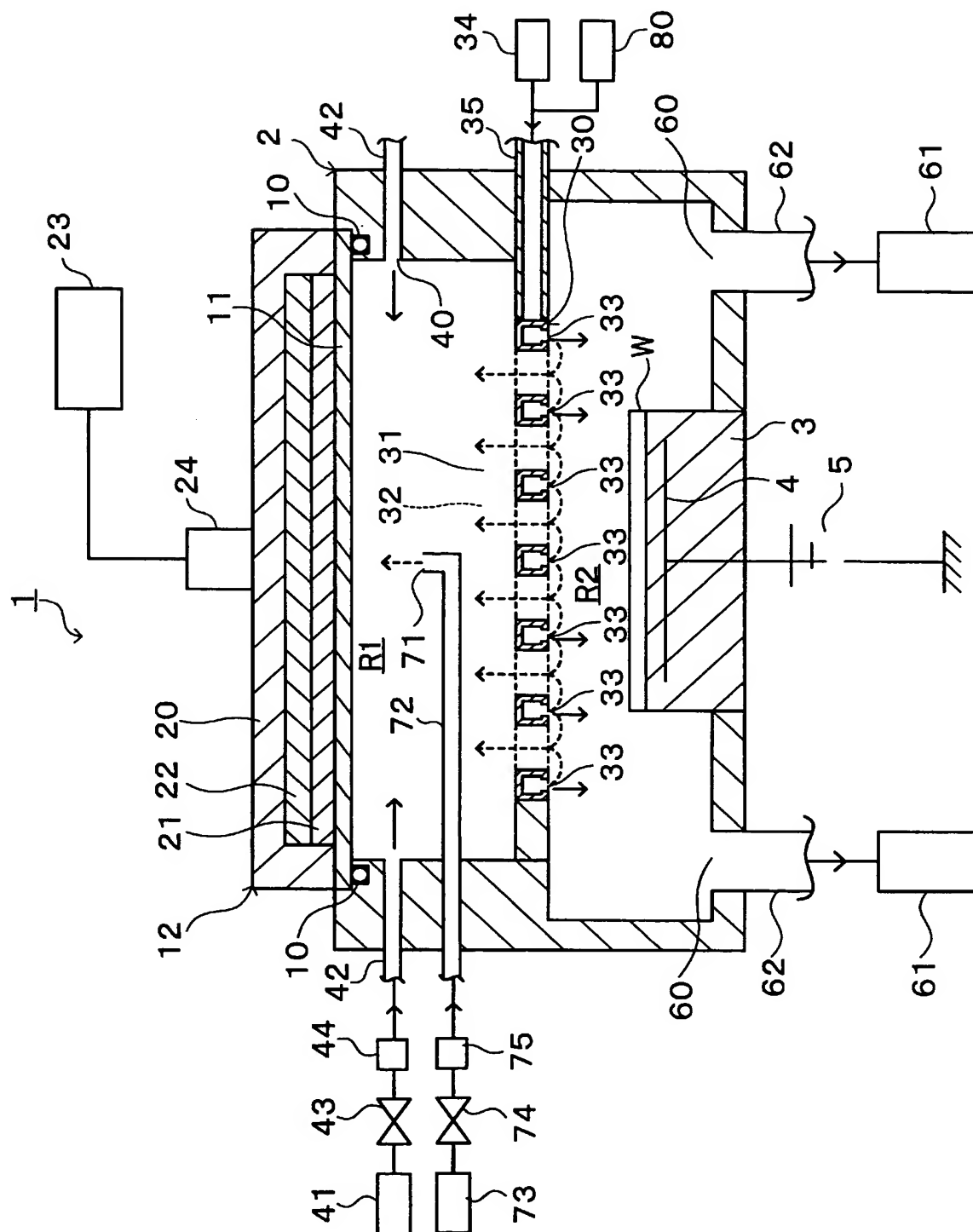
[図7]



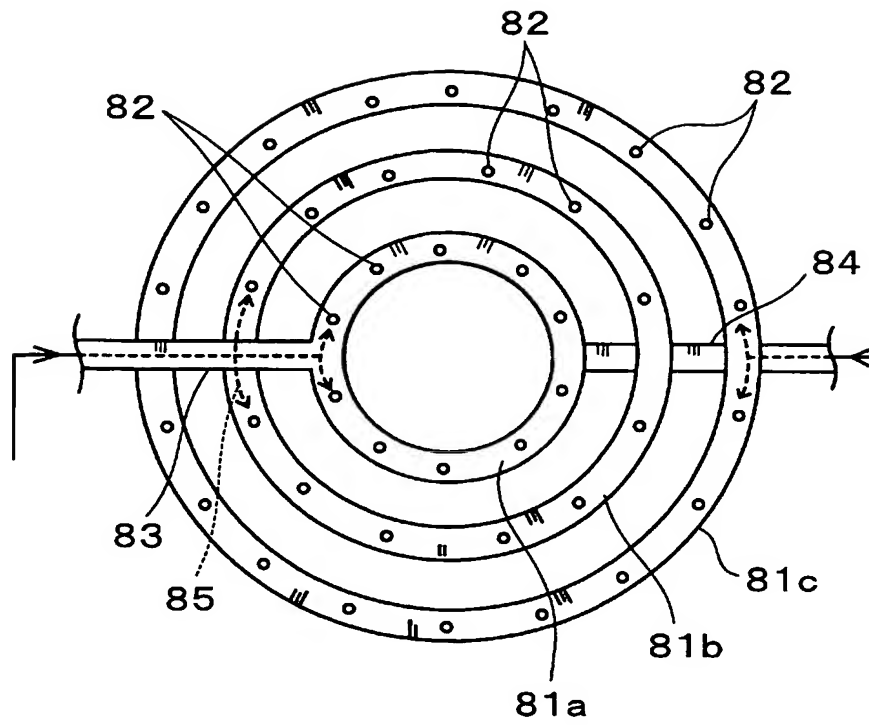
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/511

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/00-16/56

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-022279 A (Toshiba Machine Co., Ltd.), 23 January, 1998 (23.01.98), Full text (Family: none)	1-3, 6
Y	JP 2001-164371 A (NEC Corp.), 19 June, 2001 (19.06.01), Full text & US 2001/0003014 A1	1-3, 6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 February, 2005 (15.02.05)

Date of mailing of the international search report
08 March, 2005 (08.03.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/511

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/00-16/56

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-022279 A (東芝機械株式会社) 1998.01.23, 全文, (ファミリーなし)	1-3, 6
Y	JP 2001-164371 A (日本電気株式会社) 2001.06.19, 全文, & US 2001/0003014 A1	1-3, 6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.02.2005

国際調査報告の発送日

08.3.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

池淵 立

4R

8831

電話番号 03-3581-1101 内線 3469